

·论著·

# 新生儿主动脉缩窄合并室间隔缺损 27 例 一期手术矫治效果分析

全文二维码

OSID 码

张 凯 邓喜成 罗金文 阳广贤 易立文 刘 剑 王敬华 黄 鹏

**【摘要】 目的** 探讨新生儿主动脉缩窄合并室间隔缺损一期手术矫治的效果。**方法** 回顾性分析 2015 年 1 月至 2018 年 12 月湖南省儿童医院收治的主动脉缩窄合并室间隔缺损新生儿的临床资料,排除合并其它复杂心脏畸形的病例;所有患儿一期矫治主动脉缩窄,同期行室间隔缺损修补术,采用围手术期精细化管理,共 27 例患儿纳入本研究,日龄范围 4~28 d,平均(20.1±6.9)d;体重 2.7~4.5 kg,平均(3.6±0.5)kg。**结果** 27 例中,术后延迟关胸 11 例,出血 6 例,急性肾功能衰竭 2 例,乳糜胸 1 例,气胸 2 例,胸腔积液 1 例,心律失常 2 例,血压升高 1 例,再插管 3 例。严重低心排出量综合征并早期死亡 1 例,其余 26 例均经过精细化管理治愈出院。随访 3~48 个月,吻合口狭窄再手术 1 例,其余患儿复查结果均满意。**结论** 新生儿主动脉缩窄合并室间隔缺损一期矫治手术效果良好,若术前乳酸已出现进行性升高会影响术后结局,围手术期精细化管理对提高手术成功率非常重要。

**【关键词】** 主动脉缩窄;室间隔缺损;外科手术;治疗结果;婴儿,新生

**【中图分类号】** R725.4 R543.1

**Analysis of the effect of one-stage surgical correction in 27 neonates with aortic constriction and ventricular septal defect.** Zhang Kai, Deng Xicheng, Luo Jinwen, Yang Guangxian, Yi Liwen, Liu Jian, Wang Jinghua, Huang Peng. Department of Cardiothoracic Surgery, Hunan Children's Hospital, Changsha 410007, China. Corresponding author: HuangPeng, Email: 2027576@qq.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the effect of one-stage surgical correction of neonatal aortic coarctation associated with ventricular septal defect. **Methods** A retrospective analysis was conducted, in which the clinical data of neonatal aortic coarctation associated with ventricular septal defect treated at Hunan Children's Hospital from January 2015 to December 2018. All patients underwent coarctation correction and ventricular septal defect repair. To eliminate other complex cardiac anomalies, the perioperative management had been taken, a total of 27 cases of newborn were included in the study, age range (4-28) d, average (20.1+6.9) d. Body weight range (2.7-4.5) kg, average (3.6±0.5) kg. **Results** There were 11 cases of postoperative delayed sternal closure, 6 cases of postoperative hemorrhage, 2 cases of acute renal failure, 1 case with chylothorax, 2 cases of pneumothorax, 1 case of pleural effusion, 2 cases of arrhythmia, 1 cases of high blood pressure, 3 cases of reintubation, 1 death of severe low cardiac output syndrome. The rest of the 26 patients had been cured and discharged with postoperative fine management, and followed-up for 3-48 months. There was 1 case of anastomotic restenosis operation and the rest of the children were satisfied with the re-examination results. **Conclusion** The outcome of one-stage surgical correction of neonatal aortic coarctation associated with ventricular septal defect is satisfactory, but the progressive elevation of lactic acid before operation will affect postoperative outcome, and fine management of perioperative period is very important to improve the success rate of operation.

**【Key words】** Aortic Coarctation; Heart Septal Defects, Ventricular; Surgical Procedures, Operative; Treatment Outcome; Infant Newborn

DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.01.014

基金项目:湖南省科技重大专项(编号:2019SK1015)

作者单位:湖南省儿童医院心胸外科(湖南省长沙市,410007)

通信作者:黄鹏, Email: 2027576@qq.com

主动脉缩窄(aortic coarctation, COA)是指在动脉导管或动脉韧带区域的主动脉狭窄,其形成机制一般认为与胎儿期主动脉血流的异常减少有关。西方国家主动脉缩窄发病率较高,美国 Alexander

等<sup>[1]</sup>一项流行病学调查发现主动脉缩窄约占所有先天性心脏病的2.6%。目前,我国尚无基于多中心调查的流行病学数据,一般认为其发病率较西方国家稍低。主动脉缩窄常合并其它心内畸形,主要包括室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)、房间隔缺损、动脉导管未闭、主动脉瓣畸形等。当主动脉缩窄合并室间隔缺损时,主动脉前向血流明显受阻,室间隔缺损处大量血液出现左向右分流,肺循环血量明显增多,体循环血量减少,婴儿期容易出现心力衰竭及肺动脉高压。主动脉严重缩窄者更容易出现缺血、缺氧,新生儿期即危及生命。因此,主动脉缩窄合并室间隔缺损患儿一般临床症状重,常需早期手术治疗,而术前状态往往会影响手术后的恢复情况,因此术前需仔细评估患儿病情,制定合适的治疗策略,配合围手术期精细化管理,以提高手术成功率<sup>[2]</sup>。

## 材料与方法

### 一、临床资料

回顾性分析2015年1月至2018年12月湖南省儿童医院收治的27例主动脉缩窄合并室间隔缺损新生儿的临床资料。其中男19例,女8例,日龄范围4~28 d,平均日龄 $(20.1 \pm 6.9)$  d,体重2.7~4.5 kg,平均体重 $(3.6 \pm 0.5)$  kg。所有患儿术前经B超和(或)CT确诊;部分患儿因病情受限无法完成CT检查,以缩窄部位管腔直径减少超过50%和(或)压力阶差超过20 mmHg作为主动脉缩窄的诊断依据<sup>[3]</sup>。主动脉缩窄A型27例,其中合并主动脉弓发育不良21例,排除以下病例:①单纯主动脉缩窄、合并其它较严重心脏畸形、合并动脉导管未闭和(或)房间隔缺损以及合并动脉导管未闭的患儿23例;②合并房间隔缺损的患儿8例;③合并动脉导管未闭及房间隔缺损的患儿7例。大部分患儿在术前有充血性心力衰竭或肺部感染表现,术前常规监测四肢血压及血氧饱和度,所有患儿符合手术指征并行手术治疗。

### 二、方法

#### (一)手术方法

所有患儿采用胸骨正中切口一期矫治主动脉缩窄及心内畸形。常规气管插管,静脉联合吸入复合麻醉,常规建立右桡动脉及下肢动脉血压监测通道,留置深静脉置管,正中开胸,去除部分胸腺,肝素化,充分游离升主动脉、主动脉弓、降主动脉、肺

动脉、动脉导管等,建立体外循环,阻断主动脉后,使用组氨酸-色氨酸-酮戊二酸盐液(histidine-tryptophan-ketoglutarate, HTK)顺行灌注保护心肌,心脏停搏后,采用上半身灌注或者选择性脑灌注,切断并缝扎动脉导管或动脉韧带,充分切除狭窄段,根据狭窄段长度采用端端吻合、扩大端侧吻合或主动脉补片成形术。主动脉缩窄矫治后,恢复全流量,同期矫治心内畸形,心内畸形矫治后停体外循环,充分止血,逐层关胸或延迟关胸。术中注意充分游离主动脉等血管,保护肋间血管,切除动脉导管组织,减少吻合口张力,注意避免损伤喉返神经、膈神经等,尽量减少停循环的时间,采用脑氧饱和度监测仪监测脑氧饱和度。术中严密监测动脉血压、中心静脉压、动脉血气、ACT等。

#### (二)围手术期精细化管理

1. 术前监护治疗:①前列地尔 $0.005 \sim 0.02 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 泵入维持动脉导管开放,对于严重主动脉缩窄患儿,一旦动脉导管有闭合趋势需急诊手术治疗。②监测生命体征,测上下肢血压,如血压低需考虑急诊手术治疗。③动脉血气分析每4~12 h进行一次,乳酸水平在正常范围,如每小时乳酸升高幅度 $>0.75 \text{ mmol/L}$ 需急诊手术治疗。④维持液体量平衡,适当利尿减轻心脏负担和肺水肿。⑤吸入氧浓度 $<30\%$ ,避免高浓度氧诱发动脉导管闭合,必要时使用呼吸机辅助通气。⑥如血压不稳定,外周循环差,可小剂量使用多巴胺改善循环。⑦完善感染指标的监测,进行痰培养,合理使用抗生素。

2. 术中治疗策略:①术中充分游离主动脉弓和狭窄段以减少吻合口张力。②充分切除动脉导管组织,以减少再狭窄的发生概率。③缩窄段较局限,不合并弓发育不良者,可采取端端吻合;缩窄段较局限,合并弓发育不良者,可采取缩窄段切除,弓下段扩大切口,与远端行扩大端侧吻合术;对于长段的狭窄或主动脉弓发育不良,可采取狭窄段切除,后壁连续缝合,前壁自体心包补片缝合。④采用HTK心肌保护液灌注保护新生儿未成熟的心肌组织。⑤中低温停循环时采取上半身灌注或者选择性脑灌注,采用脑氧饱和度监测仪监测脑氧饱和度,数值维持在 $0.50 \sim 0.70$ ,以保证脑灌注的质量。⑥术中常规超滤,维持水电解质平衡,避免血液过度稀释。⑦病情严重、内环境紊乱、血流动力学不稳定的患儿采取延迟关胸策略。

3. 术后监护:①常规监护:监测生命体征,监

测上下肢动脉血压、中心静脉压、尿量、引流量等指标。②支持心功能:持续泵入多巴胺、米力农、肾上腺素等血管活性药物,可采用多种药物小剂量联合使用,减少药物不良反应;通过心脏彩超评估心功能,注意肢体保暖,必要时使用肝素预防微血栓形成。③充分止血:根据引流情况酌情使用止血药、补充凝血因子等,如引流量过少需警惕心包填塞,当引流量 $>5\text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 且超过2 h需开胸止血。④呼吸道管理:采用PRVC或VCV通气模式,PEEP维持在4~6 cmH<sub>2</sub>O,呼吸物理治疗促进肺复张,防止肺部并发症的发生,复查床旁胸片,发现胸腔积液、气胸等并发症则尽快治疗,病情稳定后尽早撤机。⑤维持内环境稳定:维持尿量 $\geq 2\text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ,若尿量 $<1\text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 的情况持续超过2 h则使用腹膜透析,保证充足的血容量,适当补充胶体,血流动力学稳定后则开始液体负平衡,以减轻组织水肿及肺部渗出。⑥镇静镇痛肌松:术后当天或关胸前充分镇痛、镇静及肌松,减少心肌耗氧量,撤机后维持轻度镇静状态。⑦连续3 d行痰培养,定期复查感染指标,合理使用抗生素。⑧营养支持:血流动力学稳定后24 h即可给予肠内营养,推荐1 mL/kcal 高能量配方奶,选择合适的喂养方式,及时补充静脉营养。

## 结 果

27例均采用一期矫治手术,其中主动脉端端吻合术6例,扩大端侧吻合术10例,补片成形术11例,转流时间( $133.6\pm 38.3$ )min,阻断时间( $72.9\pm 21.1$ )min,脑灌注时间( $38.8\pm 12.7$ )min。术后返回胸外科监护室(cardiac intensive care unit, CICU),术后机械通气时间( $98.6\pm 94.8$ )h, CICU停留时间( $9.2\pm 5.5$ )d,总住院时间( $16.6\pm 9.3$ )d。早期死亡1例(病死率3.7%),死因为严重低心排出量综合征,该病例术前动脉导管已闭,乳酸水平 $>15\text{ mmol/L}$ ,急诊手术后出现严重低心排出量综合征,血压不能维持,多器官功能衰竭无法纠正。其余26例经治疗后均好转出院。术后延迟关胸11例,术后出血6例,其中开胸止血1例,其余予以止血药物治疗后好转。急性肾功能衰竭行腹膜透析2例。乳糜胸1例,予以禁食、肠外营养等保守治疗后好转。气胸2例,胸腔积液1例,予胸腔闭式引流术后好转。心律失常2例,其中1例为Ⅲ度房室传导阻滞,均予以心功能支持、利尿、静滴激素减轻心肌水肿后好

转。撤离呼吸机后有3例因心肺功能不全再次予以气管插管,心功能支持、加强肺部治疗后好转。1例术后血压偏高持续1周以上,部分病人也存在术后短期血压偏高的情况,予以对症处理后出院时均恢复正常水平。术后随访3~48个月,1例因出现主动脉再狭窄行第二次手术(再手术率3.7%),其余病例复查结果均满意。

## 讨 论

主动脉缩窄合并室间隔缺损(aortic coarctation/ventricular septal defect, COA/VSD)是较常见的新生儿危重型先天性心脏病(critical congenital heart disease, CCHD),由于其血流动力学发生严重病理改变,故患儿临床症状均较重,往往需要早期干预。随着外科治疗技术的发展,新生儿期进行手术干预的成功率已经很高,但由于新生儿心肌以及各器官功能尚未发育成熟,手术对患儿创伤大,如何选择较合适的手术时机、尽量避免并发症的发生、减少机械通气时间、缩短恢复时间,都需要在手术前仔细的评估<sup>[4,5]</sup>。

本组病例中有20例(74.1%)术前存在肺部感染,6例(22.2%)行机械通气,这说明COA/VSD患儿术前多存在肺部感染,部分患儿甚至无法脱离呼吸机支持,术前容易出现严重低氧血症、代谢性酸中毒。从本组病例的治疗结果来看,新生儿期手术后恢复时间并不长,疗效也较好,术后并发症,且予以对症治疗后心肺功能基本恢复。有研究发现对COA/VSD患儿行早期手术治疗后远期高血压发生率相对较低,且早期手术并不是发生再缩窄的危险因素<sup>[6]</sup>。如果仅采用内科保守治疗,部分患儿可能会失去手术时机,容易病情反复,不仅没有从根本上解决问题,反而给患儿家庭带来巨大的负担,因此新生儿期行手术治疗具有重要的意义。相比于分期矫治手术,一期矫治手术避免了再次手术打击。彭乐等<sup>[7]</sup>研究发现一期矫治手术采取胸骨正中切口能获得更佳的术后主动脉弓几何形态,一期矫治手术后主动脉弓残余压差明显低于分期矫治手术。

以往矫治主动脉缩窄需在手术中采用深低温停循环的方式,经术后出现器官缺血相关并发症的概率相对较高,近期可发生肝肾功能不全,远期可能导致神经系统并发症等。但是,近期有研究发现采用选择性心脑血管灌注的方式手术可减少相应并发



症的发生<sup>[8]</sup>。本组患儿均采用上半身灌注或者选择性脑灌注,尽量减少心、脑组织的损伤,术中严格执行液体精细化管理。手术方式均采用正中开胸一期矫治手术,充分切除狭窄段,根据狭窄段长度采用端端吻合、扩大端侧吻合或主动脉补片成形术,术后随访仅 1 例长段狭窄采用主动脉补片成形术的患儿出现再狭窄。这提示可以根据术中患儿情况采取不同的手术方案,对于病情较重,存在血流动力学指标不平稳的患儿,术后采取延迟关胸的策略,这样可以减轻胸廓对水肿心脏的压迫,减少术后出血导致心包填塞的风险,有助于平稳度过术后危险期<sup>[9]</sup>。但延迟关胸的同时带来了机械通气时间的延长,发生伤口感染、呼吸机相关性肺炎的概率增加,故需严格消毒并保护伤口。本组患儿术后伤口均采用切口保护膜进行保护,每天消毒换药,未发生伤口感染,待关胸后尽早撤离呼吸机,缩短机械通气时间,可有效降低呼吸机相关性肺炎的发生率。

本组术后早期死亡 1 例,为动脉导管闭合引起的脏器缺血、缺氧,处于休克及严重酸中毒状态,乳酸水平  $>15 \text{ mmol/L}$ ,尽管行急诊手术,但已无法逆转病情,这提示对于主动脉缩窄患儿(尤其是怀疑严重缩窄患儿),需要持续监测上下肢血压、血氧饱和度及乳酸水平,尽早明确诊断,一旦病情出现进行性加重,尽早行手术干预。建议怀疑主动脉缩窄患儿尽早使用前列腺素 E1(即便是动脉导管已闭合的情况下),使用大剂量前列腺素可能也有效。这是因为狭窄的主动脉峡部可能存在异位导管组织,使用大剂量的前列腺素有助于扩张环绕主动脉峡部的异位导管组织,可以缓解严重主动脉梗阻,这为手术干预赢得了时间,推荐大剂量前列腺素 E1(泵入剂量为  $0.05 \sim 0.2 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )<sup>[10]</sup>。本组术前使用前列地尔的患儿有 6 例(22%),使用前列地尔的比例较低,这是因为以往对主动脉缩窄的认识不够,在与本院新生儿科等相关科室加强沟通之后,现已常规使用前列地尔( $0.005 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \sim 0.02 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )。另外一种方法就是行 ECMO 治疗,待病情稳定后再行矫治手术治疗,不过这对术者的技术要求极高<sup>[11]</sup>。

男性较女性发生 COA/VSD 的概率更高,国外一项出生缺陷的流行病学调查发现主动脉缩窄的男女比例为 2.51:1,与本组男女比例接近<sup>[12]</sup>。新生儿体重低,在此时期内对 COA/VSD 患儿行一期矫治术难度相对较大,术后恢复时间较长,但目前

也有更低体重的病例行手术后治疗成功的案例<sup>[13]</sup>。这说明当手术技术及生命支持技术取得较大进步后,围手术期全程精细化管理可以取得相当好的疗效,体重因素可能不再是影响预后的独立危险因素。体重越小,精细化管理要求越严格,在目前治疗技术层面可能难以驾驭,所以当患儿病情较稳定时,适当增加体重再考虑手术可能也是一种较好的选择。手术后较多的药物使用、液体量的限制、营养物质摄入不足、心功能差、低血压状态、胃肠道供血不足(甚至有发生新生儿坏死性小肠结肠炎的风险)等因素都会导致术后营养不良,恢复时间延长,并发症发生率也会增加<sup>[14]</sup>。

手术前肺部感染、呼吸道分泌物多会影响肺部氧合,如不控制可能会加重心肺功能衰竭,因此需要加强肺部治疗,必要时予以辅助通气,同时使用合适的抗生素控制感染,并尽快控制肺炎。但对于多数需要机械通气的患儿,呼吸衰竭并非原发病因,往往是继发于心功能衰竭,此时使用米力农改善心功能、控制液体量、减轻心脏负担可能有效;如循环不稳定,可考虑适当使用多巴胺等强心药物,这种情况一般建议尽早手术可能获益更大。由于疾病的特殊性,患儿术后的转归可能取决于术后心功能的恢复,所以纠正心脏畸形后,心功能恢复的时间可能决定了术后恢复的时间,因此术后使用多巴胺、肾上腺素等强心药物持续泵入,维持血流动力学稳定,早期液体负平衡,镇静镇痛减轻心脏耗氧量,适当延长机械通气时间可以让心脏得到充分的休息,缩短恢复时间,降低再插管概率,必要时可予以腹膜透析维持内环境稳定及控制液体量。

综上所述,COA/VSD 患儿由于疾病的特殊性,容易出现血流动力学不稳定,乳酸水平进行性升高会影响术后结局,故术前一旦怀疑主动脉缩窄,应尽早持续泵入前列腺素,建议早期诊断、早期治疗。一旦诊断明确且存在心肺功能不全症状,如无明显手术禁忌证,血流动力学尚平稳,可以选择新生儿期行一期矫治术,如存在严重主动脉缩窄,必要时需急诊手术治疗。但新生儿器官发育不成熟,代偿能力有限,在了解疾病的特殊血流动力学状态,充分评估病情后,才能选择合适的手术时机,采取正确的治疗方式。心功能的恢复可能是影响术后恢复的关键,围手术期全程精细化管理能最大限度地保护器官功能,促进患儿心肺功能快速恢复,提高手术成功率。

## 参考文献

- Egbe A, Uppu S, Stroustrup A, et al. Incidences and sociodemographics of specific congenital heart diseases in the united states of America; an evaluation of hospital discharge diagnoses [J]. *Pediatr Cardiol*, 2014, 35 (6) : 975-982. DOI: 10.1007/s00246-014-0884-8.
- 阳广贤, 黄鹏, 刘剑, 等. 新生儿危重先天性心脏病的手术诊治及围术期处理探讨 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2018, 17 (3) : 1671-6353. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2018.03.011.  
Yang GX, Huang P, Liu J, et al. Surgical treatments and perioperative managements of neonatal critical congenital heart disease [J]. *J Clin Ped Sur*, 2018, 17 (3) : 1671-6353. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2018.03.011.
- Abbruzzese PA, Aidala E. Aortic coarctation; an overview [J]. *J Cardiovasc Med*, 2007, 8 (2) : 123-128. DOI: 10.2459/01.JCM.0000260215.75535.64.
- Goksel OS, Tireli E. Surgical strategy in the treatment of neonates with aortic coarctation and associated ventricular septal defects [J]. *Ann Thorac Surg*, 2008, 86 (1) : 352-353. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.01.009.
- 叶明, 陈张根, 贾兵, 等. 新生儿危重先天性心脏病的手术及围术期处理 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2010, 9 (1) : 12-14. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2010.01.005.  
Ye M, Chen ZG, Jia B, et al. Perioperative management of neonates with critical congenital heart diseases [J]. *J Clin Ped Sur*, 2010, 9 (1) : 12-14. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2010.01.005.
- 高晓音, 吴春. 主动脉缩窄的治疗进展 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2014, 13 (6) : 557-559. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2014.06.028.  
Gao XY, Wu C. Progress in the treatment of aortic coarctation [J]. *J Clin Ped Sur*, 2014, 13 (6) : 557-559. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2014.06.028.
- 彭乐, 周晓东, 郑丰楠, 等. 新生儿一期矫治主动脉缩窄合并心内畸形的疗效分析 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2019, 18 (10) : 884-887. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2019.10.017.  
Peng L, Zhou XD, Zheng FN, et al. One-stage repair of aortic coarctation plus intra-cardiac anomalies in neonates [J]. *J Clin Ped Sur*, 2019, 18 (10) : 884-887. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2019.10.017.
- Hoxha S, Abbasciano RG, Sandrini C, et al. Selective Cerebro-Myocardial Perfusion in Complex Neonatal Aortic Arch Pathology; Midterm Results [J]. *Artif Organs*, 2018, 42 (4) : 457-463. DOI: 10.1111/aor.13128.
- Hurtado-Sierra D, Calderón-Colmenero J, Curi-Curi P, et al. Outcomes of Delayed Sternal Closure in Pediatric Heart Surgery: Single-Center Experience [J]. *Biomed Res Int*, 2018; 3742362. DOI: 10.1155/2018/3742362.
- Bansal N, Balakrishnan PL, Aggarwal S. Prostaglandin Infusion in Neonate With Severe Coarctation of the Aorta With Closed Ductus Arteriosus-A Case Report and Review of the Literature [J]. *World J Pediatr Congenit Heart Surg*, 2019; 2150135118799635. DOI: 10.1177/2150135118799635.
- Fuchigami T, Nagata N, Nishioka M, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in a low-weight infant after cardiac surgery [J]. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*, 2019, 27 (4) : 304-306. DOI: 10.1177/0218492319833268.
- Michalski AM, Richardson SD, Browne ML, et al. Sex ratios among infants with birth defects, National Birth Defects Prevention Study, 1997-2009 [J]. *Am J Med Genet A*, 2015, 167 (5) : 1071-1081. DOI: 10.1002/ajmg.a.36865.
- Lee H, Cho JY, Kim GJ. Complete Repair of Coarctation of the Aorta and a Ventricular Septal Defect in a 1,480 g Low Birth Weight Neonate [J]. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2011, 44 (2) : 183-185. DOI: 10.5090/kjtc.2011.44.2.183.
- Scheeffner VA, Ricachenevsky CP, Freitas AT, et al. Tolerability and Effects of the Use of Energy-Enriched Infant Formula After Congenital Heart Surgery: A Randomized Controlled Trial [J]. *J Parenter Enteral Nutr*, 2019. DOI: 10.1002/jpen.1530.

(收稿日期: 2019-08-03)

**本文引用格式:** 张凯, 邓喜成, 罗金文, 等. 新生儿主动脉缩窄合并室间隔缺损 27 例一期手术矫治效果分析 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2020, 19 (1) : 69-73. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.01.014.

**Citing this article as:** Zhang K, Deng XC, Luo JW, et al. Analysis of the effect of one-stage surgical correction in 27 neonates with aortic constriction and ventricular septal defect [J]. *J Clin Ped Sur*, 2020, 19 (1) : 69-73. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.01.014.